

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-116308

(43)公開日 平成5年(1993)5月14日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

B 4 1 J 2/05

B 4 1 M 5/00

A 8305-2H

9012-2C

B 4 1 J 3/04

1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数11(全 15 頁)

(21)出願番号 特願平3-281617

(22)出願日 平成3年(1991)10月28日

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 八重樫 尚雄

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(72)発明者 竹之内 雅典

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(72)発明者 浅井 朗

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

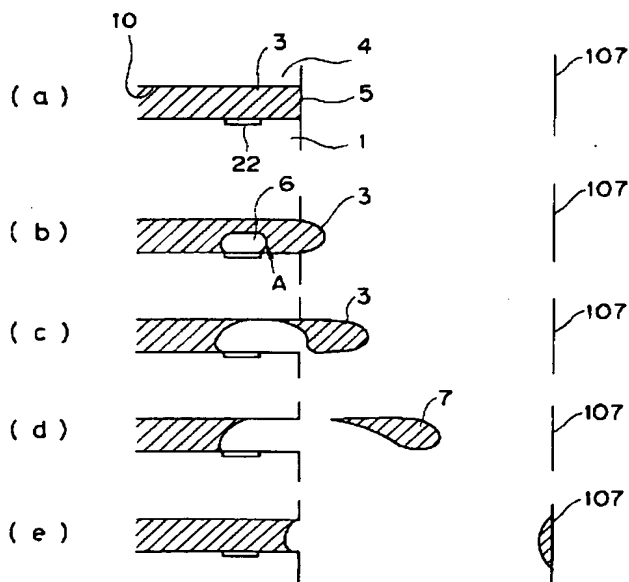
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インクジェット記録方法およびインクジェット記録装置

(57)【要約】

【目的】 インク吐出に利用されるエネルギーを発生する素子として、通電に応じて熱エネルギーを発生する発熱素子(ヒータ)を、直接インクに接触する部位に配置してなるインクジェット記録ヘッドにあって、エネルギー作用効率、発熱素子の耐久性を向上する。

【構成】 インクに直接接触させて設けたヒータ(22)に通電し、近傍のインク(3)を急加熱して膜沸騰による気泡(6)を生じさせる。膨張した気泡(6)は慣性抵抗の小さい吐出口(5)側へ成長し、ついには外気と連通する。ヒータ(22)はインクに直接接しているため熱エネルギーの作用効率は高く、さらに気泡(6)が外気と連通して消滅するためヒータ(22)はキャビテーションによる衝撃を受けることもない。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出させるための吐出口と、該吐出口に連通する液路と、該液路に配置されて前記液路内に供給されたインクに直接接触し、通電に応じて前記吐出口から吐出を行わせるための熱エネルギーを作用する発熱素子とを具備した記録ヘッドを用い、前記発熱素子による熱エネルギーの作用に伴ってインク中に生起されたバブルを前記吐出口より外気と連通させてインク吐出を行うことを特徴とするインクジェット記録方法。

【請求項2】 前記連通時に前記液路が前記バブルで遮断されないことを特徴とする請求項1に記載のインクジェット記録方法。

【請求項3】 前記連通時は、前記バブルの内圧が外気圧以下の条件で前記バブルを外気と連通させるものであることを特徴とする請求項1または2に記載のインクジェット記録方法。

【請求項4】 前記バブルの吐出方向先端部の移動速度の加速度が正でない条件で前記バブルを外気と連通させることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

【請求項5】 前記発熱素子の吐出口側端部と前記バブルの吐出口側端部との距離 L_a が前記発熱素子の前記吐出口とは反対側の端部と前記バブルの前記吐出口とは反対側の端部との距離 L_b に対して、 $L_a/L_b \geq 1$ なる条件下で前記発熱素子によりインク中に生起されたバブルを前記吐出口より外気と連通させるものであることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のインクジェット記録方法。

【請求項6】 インクを吐出させるための吐出口と、該吐出口に連通する液路と、該液路に配置されて前記液路内に供給されたインクに直接接触し、通電に応じて前記吐出口から吐出を行わせるための熱エネルギーを作用する発熱素子とを具備した記録ヘッドと、前記発熱素子に対して、バブルを形成しない程度の第1駆動信号と膜沸騰によるバブルを形成する第2駆動信号とを、この順に間隔をおいて与える駆動手段とを具えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項7】 前記第2駆動信号の供給に応じた前記発熱素子による熱エネルギーの作用に伴ってインク中にバブルを生起させ、該バブルを前記吐出口より外気と連通させてインク吐出を行うようにしたことを特徴とする請求項6に記載のインクジェット記録装置。

【請求項8】 前記連通時に前記液路が前記バブルで遮断されないことを特徴とする請求項6または7に記載のインクジェット記録装置。

【請求項9】 前記連通時は、前記バブルの内圧が外気圧以下の条件で前記バブルを外気と連通させるものであることを特徴とする請求項6ないし8のいずれかに記載のインクジェット記録装置。

【請求項10】 前記バブルの吐出方向先端部の移動速

度の加速度が正でない条件で前記バブルを外気と連通させることを特徴とする請求項6ないし9のいずれかに記載のインクジェット記録装置。

【請求項11】 前記発熱素子の吐出口側端部と前記バブルの吐出口側端部との距離 L_a が前記発熱素子の前記吐出口とは反対側の端部と前記バブルの前記吐出口とは反対側の端部との距離 L_b に対して、 $L_a/L_b \geq 1$ なる条件下で前記発熱素子によりインク中に生起されたバブルを前記吐出口より外気と連通させるものであることを特徴とする請求項6ないし10のいずれかに記載のインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱エネルギーを利用してインクを吐出するインクジェット記録方法およびインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】インク滴を吐出し、これを被記録媒体上に付着させて画像形成を行なうインクジェット記録方法は、高速記録が可能であり、また比較的記録品位も高く、低騒音であるという利点を有している。さらに、この方法はカラー画像記録が比較的容易であって、普通紙等にも記録でき、さらに装置を小型化し易いといった多くの優れた利点を有している。

【0003】このようなインクジェット記録方法を用いる記録装置には、一般にインクを飛翔インク滴として吐出させるための吐出口と、この吐出口に連通するインク路と、このインク路の一部に設けられ、インク路内のインクに吐出のための吐出エネルギーを与えるエネルギー発生手段とを有する記録ヘッドが備えられる。例えば、特公昭61-59911号、特公昭61-59912号、特公昭61-59913号、特公昭61-59914号の各公報には、エネルギー発生手段として電気熱変換体を用い、電気パルス印加によってこれが発生する熱エネルギーをインクに作用させてインクを吐出させる方法が開示されている。

【0004】すなわち、上記各公報に開示されている記録方法は、熱エネルギーの作用を受けたインクが急峻な体積の増大を伴う状態変化を起こし、この状態変化に基づく作用力によって、記録ヘッド部先端の吐出口よりインクを吐出し、この吐出インク滴が被記録媒体に付着して画像形成を行なうものである。この方法によれば記録ヘッドにおける吐出口を高密度に配設することができるので、高解像度、高品質の画像を高速で記録することができ、この方法を用いた記録装置は、複写機、プリンタ、ファクシミリなどにおける情報出力手段として用いることができる。

【0005】この記録方法においては、熱エネルギー発生手段の発熱部分をキャビテーションによる衝撃やエロージョンから保護するため、発熱部分の上部に保護層を設

(3)

3

けるのが一般的であるが、保護層を持たず、熱エネルギー発生手段の発熱部分が記録液に直接接触する構造の記録ヘッドが特開昭55-126462号により提案されている。この形態の記録ヘッドは、熱エネルギー効率がよく、高速記録に適しているが、熱エネルギー発生手段の発熱部分がキャピテーションによる衝撃やエロージョンを受けるため、使用可能なヒータ材料が限られていた。

【0006】この記録方法においては、熱エネルギー発生手段の発熱部分をキャピテーションによる衝撃やエロージョンから保護するため、発熱部分の上部に保護層を設けるのが一般的であるが、保護層を持たず、熱エネルギー発生手段の発熱部分が記録液に直接接触する構造の記録ヘッドが特開昭55-126462号により提案されている。この形態の記録ヘッドは、熱エネルギー効率がよく、高速記録に適しているが、熱エネルギー発生手段の発熱部分がキャピテーションによる衝撃やエロージョンを受けるため、保護層を設けた場合に比べ寿命が短くなるという問題点があった。

【0007】かかる特開昭55-126462号等に対して、従来は気泡（バブル）の収縮によるキャピテーションを直接受けるための耐久性の向上に着眼されており、そのための材料開発が専らであった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、材料開発にのみ依存しても耐久性の向上には限界があり、実用的な水準を満足するものは数少ない。

【0009】また、気泡形成もばらつき易く、安定した吐出量、高い吐出速度も十分に満足することが難しかった。

【0010】本発明は、かかる二面の問題点に鑑みてなされたものである。

【0011】すなわち、本発明は、インクに直接接触する発熱素子を有する記録ヘッドを用いる場合において、エネルギー効率、耐久性を一層向上することを第1の目的とする。

【0012】また、インクに直接接触する発熱素子を有する記録ヘッドを用いる場合において、発熱素子のインクに対する気泡形成を安定化し、吐出量、吐出特性の安定化を達成することを第2の目的とする。

【0013】さらに、本発明の他の目的は、これらを同時に得ることができるようにすることにある。

【0014】加えて、本発明はインクジェット記録方法、装置のより好ましい構成を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】そのために、本発明インクジェット記録方法は、インクを吐出させるための吐出口と、該吐出口に連通する液路と、該液路に配置されて前記液路内に供給されたインクに直接接触し、通電に応じて前記吐出口から吐出を行わせるための熱エネルギーを

4

作用する発熱素子とを具備した記録ヘッドを用い、前記発熱素子による熱エネルギーの作用に伴ってインク中に生じられたバブルを前記吐出口より外気と連通させてインク吐出を行うことを特徴とする。

【0016】また、本発明インクジェット記録装置は、インクを吐出させるための吐出口と、該吐出口に連通する液路と、該液路に配置されて前記液路内に供給されたインクに直接接触し、通電に応じて前記吐出口から吐出を行わせるための熱エネルギーを作用する発熱素子とを具備した記録ヘッドと、前記発熱素子に対して、バブルを形成しない程度の第1駆動信号と膜沸騰によるバブルを形成する第2駆動信号とを、この順に間隔をおいて与える駆動手段とを具備したことを特徴とする。

【0017】ここで、前記第2駆動信号の供給に応じた前記発熱素子による熱エネルギーの作用に伴ってインク中にバブルを生じさせ、該バブルを前記吐出口より外気と連通させてインク吐出を行うものとすることができる。

【0018】さらに、以上において、前記連通時に前記液路が前記バブルで遮断されないようにすること、前記連通時は、前記バブルの内圧が外気圧以下の条件で前記バブルを外気と連通させるものとする、前記バブルの吐出方向先端部の移動速度の加速度が正でない条件で前記バブルを外気と連通させるようにすること、さらには、前記発熱素子の吐出口側端部と前記バブルの吐出口側端部との距離 L_a が前記発熱素子の前記吐出口とは反対側の端部と前記バブルの前記吐出口とは反対側の端部との距離 L_b に対して、 $L_a/L_b \geq 1$ なる条件下で前記発熱素子によりインク中に生じられたバブルを前記吐出口より外気と連通させるものとする、ことができる。

【0019】

【作用】本発明によれば、インクに直接接触する発熱素子を有する記録ヘッドに対し、その発熱素子による熱エネルギーの作用に伴ってインク中に生じられたバブルを吐出口より外気と連通させてインク吐出を行わせるようにしたので、エネルギー効率および発熱素子の耐久性を高めることができる。

【0020】また、発熱素子に対し、気泡形成を生じさせない程度の第1駆動信号を与え、膜沸騰が生じ易くなる雰囲気形成してから第2駆動信号を与えるようにしたので、膜沸騰による気泡（バブル）形成が安定して行われるようになる。

【0021】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0022】まず、本出願人は、吐出のためにインクを加熱することにより生成される膜沸騰による気泡を、吐出口近傍で外気に連通させて吐出を行うインクジェット記録方式（以下、この方式を連通吐出方式とも言う）について提案している（特願平2-112832号、特願平2-112833号、特願平2-112834号、特

(4)

5

願平2-114472号)。

【0023】上記連通吐出方式によれば、気泡を形成しているガスが吐出されるインク滴と共に噴出することはないので、スプラッシュやミストなどの発生を低減し、被記録媒体上の地汚れや装置内の汚れを防ぐことができる。

【0024】また、上記連通吐出方式の基本的な作用として、気泡が生成される部位より吐出口側にあるインクは原理的に全てインク滴となって吐出されるということがある。このため、吐出インク量は、吐出口から上記気泡生成部位までの距離等、記録ヘッドの構造によって定めることができる。この結果、上記連通吐出方式によれば、インク温度の変化等の影響をそれ程受けずに吐出量の安定した吐出を行うことが可能となる。

【0025】以下、図1～図4を参照して上記連通吐出方式について説明する。

【0026】図1(a)および(b)は、上記連通吐出方式を適用して好適な記録ヘッドおよびその吐出方法を示すものであり、この記録ヘッドの具体的インク路構成の2例を示す。しかしながら、本発明はこの構成に限定

【0027】図1(a)に示すインク路構成は、基板(不図示)上に発熱抵抗層(ヒータ)2を具え、この基板に、隔壁や天板が設けられることによって、共通液室Cやインク路Bが形成される。また、これとともにインク路Bの端部に吐出口5が形成される。E1、E2は、それぞれ、ヒータ2にパルス上の電気信号を印加するための選択電極、共通電極を示す。さらにDは保護層である。

【0028】電極E1、E2を介した、記録データに基づく上記電気信号の印加に応じて、電極E1、E2間のヒータ2は、蒸気膜を生じる急激な温度上昇を短時間のうちに発生し(約300℃)、これにより、気泡6が生成される。この気泡6は成長し、やがて吐出口5における基板側の端部Aで大気と連通する。そして、この連通後、安定した吐出インク滴(破線7)が形成される。

【0029】この吐出において、気泡6がその成長過程でインク路Bを完全に遮断しない(インク路B内のインクが吐出口5から突出したインクと連続している)ので後続の吐出に対するリフィルが速やかに行われること、また、300℃以上の比較的高温となった気泡の熱も外気に放出されること等によって大きな蓄熱の問題(蓄熱によるインク粘性低下や気泡形成の不安定化)も生ぜず、各ヒータの駆動デューティを高くすることができる。

【0030】図1(b)は、共通液室Cを不図示としているが、インク路Bを屈曲した形状としているものであり、屈曲部の基板面に発熱抵抗部(ヒータ)2を具えている。吐出口5は、吐出方向にその断面積を減少する形状であり、ヒータ2に対向してその開口が設けられてい

6

る。この吐出口5はオリフィスプレートOPに形成される。

【0031】図1(b)においても、上記図1(a)の構成と同様に蒸気膜(約300℃)を生じさせて気泡6を生成する。この気泡の生成により、オリフィスプレートOPの厚み部分のインクを吐出方向に押しやり、その部分のインクを希薄にする。その後、気泡6は、吐出口5の外気側周縁A1から内部側の吐出口近傍領域A2の範囲で大気と連通する。この時、気泡6の成長は、インク路を遮断しないもので、吐出方向へ向かう必要のないインクをインク路B内のインクと連続した連続体として残すことができ、インク滴7の吐出量の安定化および吐出速度の安定化を実現することができる。

【0032】このような連通吐出方式によれば、吐出口近傍への気泡成長を急激にしかも確実に行うことができるので、上記非遮断状態のインク路によるリフィル性も手伝って、高安定高速記録を達成できる。また、気泡と大気とを連通させることによって、気泡の消泡過程がなくなり、キャビテーションによるヒータや基板の損傷を防止することもできる。

【0033】以上示したインク吐出に伴う気泡と大気との連通は基本的にヒータ2の配設位置を吐出口5に近づけることによって実現できる。しかしながら、上述したスプラッシュ等の抑制や吐出量の安定化を確実なものとする条件であって、上記図1(a)および(b)に示す構成に適用されて好ましい条件を以下に挙げる。

【0034】第1条件は、気泡の内圧が外気圧より低い条件で気泡を外気と連通させることである。

【0035】すなわち、気泡の内圧が外気圧より低い条件で気泡を外気と連通させることによって、気泡の内圧が外気圧より高い条件で連通させる場合に生じていたスプラッシュ等の吐出口近傍におけるインク飛散を低減でき、また、上記2つの圧力が等しい場合よりも、吐出時の不安定なインクをインク路内に引き込む力がわずかではあるが働くため、より一層安定したインク吐出と不要インクの飛散防止を図ることができる。

【0036】上記第1条件とは別の条件として、気泡の吐出口側端部における移動速度の1次微分値が負となる条件で気泡と外気とを連通させるという第2条件、また、吐出エネルギー発生手段の吐出口側端部から気泡の吐出口側端部までの距離 L_a と吐出エネルギー発生手段の吐出口とは反対側の端部から気泡の吐出口とは反対側の端部までの距離 L_b とが $L_a/L_b \geq 1$ を満足する第3条件、もしくは、その両方の条件を満足して気泡と外気を連通させることはより好ましい。

【0037】図2～図4を参照して、上記第1条件をさらに詳しく説明する。

【0038】発泡からの経過時間 t と、気泡体積 V および気泡内圧 P との関係は図2のようになるが、実際には、気泡はその成長の途中で連通するので、これらの関

50

(5)

7

係は図3に示されるようになる。すなわち、図3において、 $t = t_b$ ($t_1 \leq t_b$: t_1 は気泡内圧力 p が外気の圧力と等しくなる時刻)の時刻で気泡は外気と連通する。上記第1条件は、このとき気泡内圧力 P が外気の圧力(0ATM)より小さいという条件である。

【0039】この条件でインクを吐出させると、気泡内圧力 P が外気圧より高い条件で気泡を外気と連通させてインク滴を吐出させる(ガスが大気中に噴出する)場合に比べ、前述したようにインクのみストやスプラッシュによる記録紙や装置内の汚れを防止できる。また、このように気泡内圧力 P を大気圧より小さくして連通させる場合、気泡の体積が比較的増大させてから気泡を外気と連通させることができる。これにより、インクに対して十分な運動エネルギーを伝達することができ、吐出速度が大きくなるという効果も得られる。

【0040】上記第1条件を満たす記録ヘッドは、例えば図1(a)においてヒータ2の位置を吐出口5の方向に近づけた位置に設けてある。これは気泡を外気と連通させるために最も簡便にとれる手法である。しかしながら、単にヒータ2を吐出口5に近づけるだけでは、上記第1条件を満たすことができない。すなわち、上記条件を満たすためには、ヒータの発生する熱エネルギー量

(ヒータの構成、形成材料、駆動条件、面積、ヒータの設けられる基体の熱容量等に依る)、インク物性、記録ヘッドの各部の大きさ(吐出口とヒータ間の距離、吐出口や液路の幅および高さ)などを適切に設定することにより、第1条件を満たす状態で外気と連通させることができる。

【0041】具体的には、例えばインク路形状は以下のように、気泡と大気との連通に寄与する。すなわち、インク路形状は、使用する熱エネルギー発生素子の形状によって幅がほぼ決定されてくるものの、具体的関係については経験則によって設定することが多い。しかしながら、インク路の高さが、気泡の上記大気との連通の条件に影響を与えることが明らかとなっている。従って、環境等の外部の影響を受けにくく、またより一層の安定した気泡と大気との連通を行うためには、インク路の幅 W よりもインク路の高さ H を低く($H > W$)することが好ましい。

【0042】また、例えば、連通する時刻を気泡の体積でみれば、気泡が外気と連通しない場合に達するであろう気泡の最大体積、もしくは最大体積の70%以上、より好ましくは80%以上の体積のときに気泡が外気と連通するようにすることが好ましい。

【0043】次に、上記第1条件の別表現である上述の第2条件、すなわち、気泡の膨張速度の1次微分が負となるとき気泡と外気とを連通させるという条件について説明する。

【0044】インクが発泡を開始してから気泡が外気と連通するまでの時間における気泡体積 V および気泡内圧

8

力 P の変化および気泡膨張速度 dV/dt の変化を図4に示す。

【0045】この図より、膨張速度の1次微分、すなわち、体積 V の2次微分 d^2V/dt^2 を求めることによってバブルの内圧と外圧との大小関係を知ることができる。すなわち、 $d^2V/dt^2 > 0$ の期間で気泡の膨張速度 dV/dt は増加し、 $d^2V/dt^2 < 0$ で速度 dV/dt は減少する。従って、 $d^2V/dt^2 = 0$ のときに気泡内圧力 P と外気圧とが等しくなるといえる。すなわち、 $d^2V/dt^2 > 0$ で、気泡内圧力 P は外圧よりも高く、 $d^2V/dt^2 \leq 0$ のとき気泡内圧力 P は外圧以下である。

【0046】図4で説明すると、発泡開始 $t = t_0$ より $t = t_1$ までは、気泡内圧力 P は、外気圧よりも高く $d^2V/dt^2 > 0$ となり、 $t = t_1$ より気泡が外気と連通するまでの時間 $t = t_b$ までは気泡の内圧は外気圧以下であり、 $d^2V/dt^2 \leq 0$ となる。通常は、この一般的理論が成立するが、インクの材質によってあるいはインク路の抵抗によっても気泡体積の変化が生じるので、外気圧との関係はわずかに差を生じる場合がある。このため第1条件以外の条件として $d^2V/dt^2 < 0$ を満足することは好ましく、また、第1条件とこの第2条件との和は、より好ましいものとなる。

【0047】以上のように、体積 V の2次微分 $d^2V/dt^2 < 0$ 、すなわち膨張速度の1次微分が負のとき、気泡が外気と連通することにより、気泡内圧力が外気圧より低い条件で連通することができる。

【0048】上記第2条件によれば、気泡と外気との連通時に連通部近傍にあるインクがインクを吐出するため過度に加速度を受けるために主インク滴と分離してしまうといったことを解決することもできる。上記分離が生じた場合、その近傍のインクがスプラッシュ状に飛び散ったり、ミストとなって飛散することが顕著となり、しかも高密度の吐出口配置では吐出口面へのインクの付着による吐出不良を招くことがあるが、これを上記第2条件によって解決することができる。

【0049】本発明では、発熱素子が直接インクに接触するように構成した記録ヘッドに対し、かかる利点を有する連通吐出方式を採用する。これにより、本発明の第1の目的であるエネルギー効率、耐久性の向上を達成できる。

【0050】図5(a)～(e)は本発明インクジェット記録ヘッドの一実施例の要部ないしその吐出動作を模式的に示す。この記録ヘッドは、インクを吐出するために利用されるエネルギーを発生する手段として、通電に応じインクに膜沸騰を生じさせる熱エネルギーを発生する電気熱変換素子などの発熱素子を有し、該素子(以下これをヒータという)2自体が壁部材(不図示)で区画されて形成された液路10に面してインクに熱エネルギーを作用させる。

(6)

9

【0051】1は上記発熱素子が設けられた基体、3はインク、4は天板、6はバブル、7は液滴である。なお、液路は、基体1、天板4および図5には図示しない壁によって形成される。

【0052】図5(a)は発泡前の初期状態を示し、液路内がインク3で満たされている。ここでヒータ22に瞬間的に電流を流し、パルス的にヒータ22近傍のインク3を急激に加熱すると、所謂膜沸騰による気泡(バブル)6がヒータ22上に発生し、急激に膨張を始める

(図5(b))。さらにバブル6は膨張を続け、主として慣性抵抗の小さい吐出口5側へ成長し、ついには吐出口5を越え、外気とバブル6が連通する(図5

(c))。このとき外気はバブル6内圧と平衡状態またはそれ以上であり、バブル6内に流入する。

【0053】吐出口5より押し出されたインク3はこの瞬間までにバブル6の膨張によって与えられた運動量のためにさらに前方へ飛翔を続け、ついには独立な液滴となって紙などの記録媒体へ向かって飛翔する(図5

(d))。さらに吐出口5側先端部に生じた空隙には後方のインク3の表面張力と液路を形成する部材の濡れ性によってインク3が図面右方向に供給され(図5

(e))、初期状態に戻る。

【0054】なお、記録媒体107は、プラテン、ローラ、ベルトあるいはそれらの任意の組み合わせによって構成される搬送手段により、プラテンに沿って吐出口5との対向位置に搬送される。あるいは、記録媒体107を固定し、吐出口5側を移動させる、すなわち記録ヘッドを移動させるようにしても良く、また、図12に示すように、それらを組み合わせても良いものである。要は、吐出口5と記録媒体とが相対的に移動可能とされ、記録媒体の所望の位置に所望の吐出口5が対向され得るようにすればよい。

【0055】さて、図5(c)ではバブル6が外気と連通したときに外気がバブル内に流入するが、このためには特願平2-112832号等に開示されている条件でバブル6を外気と連通させれば良い。例えばバブルの内圧が外気圧と等しいか、または低い条件でバブルを外気と連通させれば、バブル内のガスが外気に噴出し、吐出液滴に悪影響を及ぼすことはない。ここでバブル6を効率良く吐出口5より外気と連通させれば、吐出する液滴の速度が上がり、またインクの目詰まり等を効果的に防止できる。また液滴が吐出した後に吐出口付近にインク残りが生じ、その結果空気を取り込んで不吐出を招くという不具合も生じない。

【0056】この際、本発明ではヒータ22が直接インクに接しているため、ヒータ22上に保護層を設けた場合に比べ、ヒータにおいて発生した熱は効率よくインクを加熱するために使われる。また、記録ヘッド自体の昇温が少ないため、より高速での駆動も可能になる。

【0057】さらに、以上の説明からも明らかなよう

10

に、生成したバブルはキャビテーションを起こすことなく、外気と連通することにより消滅する。したがって、ヒータはキャビテーションによる衝撃やエロージョンを受けることはない。本例において、ヒータ22が直接インクに接触するための構成は、詳しくは本発明の他の実施例(図8)と同様に採用できる。また、本発明では連通吐出方式を採用しているために、ヒータ材としては、電気化学反応に強い材料であれば比較的多様な構成元素が選択される。

【0058】例えば、Ti、Ta、Nbなどの陽極化しやすい金属、 SuO_2 などの導電性酸化物、 ZrB_2 、 HfB_2 、 TaB_2 、 NbB_2 、 Ta_2N 、W、Ni-Cr、Ta-Al、Ta-Mo、Ta-Co、Ta-Ni、Ta-Ni-Al、Ta-Ni-Mo、Ta-Ni-Cr、Ta-Cr-Mo、Ta-Cr-Al、Ta-Cr-Wなどの化学的に安定な合金などが挙げられる。

【0059】さらに具体的な実施例を用いて本発明を説明する。

【0060】＜実施例1＞図6に示す記録ヘッドを用いて画像形成を行なった。

【0061】この記録ヘッドは、基板1上に各液路10を隔てるように配置された壁8と、壁に接するガラスの透明天板4と各液路10に設けられたヒータ22より構成されている。ヒータ22は図示しない電極によって画信号に応じて通電される。液路10、ヒータ22、吐出口5で構成される部分の寸法は高さが $25\mu\text{m}$ 、幅が $35\mu\text{m}$ 、ヒータのサイズが幅 $30\mu\text{m}$ ×長さ $25\mu\text{m}$ 、ヒータ位置はその最も吐出口側の端から吐出口までの長さが $25\mu\text{m}$ であり、1インチ当たり360個の密度で48本配置した。

【0062】ヒータは、Ta-Al(60:40)から成り、厚さは約 $0.2\mu\text{m}$ であった。

【0063】この記録ヘッドに、

C.I.フードブラック2	3.0重量%
ジエチレングリコール	15.0重量%
N-メチル-2-ピロリドン	5.0重量%
イオン交換水	77.0重量%

よりなる各配合成分を容器中で攪拌し、均一に混合溶解させた後、孔径 $0.45\mu\text{m}$ のポリフッ化エチレン系繊維製フィルタで濾過して得た粘度 2.0cps (20°C)のインクをインク供給口20より液室12に供給し吐出を試みた。

【0064】記録ヘッドのヒータ22の加熱条件は、6V、 $5\mu\text{sec}$ とし、これを2kHzで駆動した。

【0065】まず、連続する16吐出よりインクを吐出させた状況をパルス光源と顕微鏡とを用いて観察したところ、発泡開始より約 $2\mu\text{sec}$ 後にバブルが外気と連通している様子が確認された。飛翔液滴の体積は各ノズルとも $18 \pm 1\text{pl}$ (pl:ピコリットル)の範囲に収まった。また液滴の吐出速度は約 9m/sec であった。

【0066】そこで次に1画素毎の市松模様になるように画信号を16個のヒータ22に与えてインクを吐出、

(7)

11

記録紙に付着させたところ、記録紙上にはムラのない所望の市松模様のパターンが作画された。この画像を拡大して観察したところ余分なインクの飛散や地汚れのない鮮明な画像であった。

【0067】また、駆動周波数を6kHzにあげても同様の結果が得られた。

【0068】＜比較例1＞実施例1と同一寸法の記録ヘッドにおいて、ヒータ上に保護層として、 $0.5\mu\text{m}$ のTa層と $1.0\mu\text{m}$ の SiO_2 層を設けた記録ヘッドで、実施例1の記録液を吐出させたところ、駆動周波数2kHzにおいて、実施例1と同様の印字を得るためには、9Vの駆動電圧が必要であった。

【0069】また、駆動周波数6kHzにおいては、吐出が不安定となった。

【0070】＜実施例2＞図7(a)および(b)に示す記録ヘッドを用いて画像形成を行なった。

【0071】この記録ヘッドの基板11上には透明なガラスの壁14が形成され、また吐出口15に対向する位置にヒータ22が設けられている。吐出口の寸法は直径が $32\mu\text{m}$ 、ヒータ22のサイズが $22\mu\text{m} \times 22\mu\text{m}$ 、ヒータ面から吐出口までの長さが $25\mu\text{m}$ であり、1インチ当たり360個の密度で48本配置した。

【0072】ヒータは、Ta-Al(60:40)から成り、厚さは約 $0.2\mu\text{m}$ であった。

【0073】この記録ヘッドに実施例1と同じインクを供給し吐出を試みた。

【0074】記録ヘッドのヒータ22の加熱条件は、6V、 $5\mu\text{sec}$ とし、これを2kHzで駆動した。

【0075】まず、連続する16吐出口よりインクを吐出させた状況をパルス光源と顕微鏡とを用いて観察したところ、発泡開始より約 $3\mu\text{sec}$ 後にバブルが外気と連通している様子が確認された。飛翔液滴の体積は各ノズルとも $17 \pm 1\text{pl}$ の範囲に収まっており、液滴の吐出速度は約7m/secであった。

【0076】そこで次に1画素毎の市松模様になるように画信号を16個のヒータ22に与えてインクを吐出、記録紙に付着させたところ、実施例1と同様に記録紙上にはムラのない所望の市松模様のパターンが作画された。この画像を拡大して観察したところ余分なインクの飛散や地汚れのない鮮明な画像であった。

【0077】また、駆動周波数を6kHzにあげても同様の結果が得られた。

【0078】＜比較例2＞実施例3の記録ヘッドにおいて、ヒータ上に保護層として、 $0.5\mu\text{m}$ のTa層と $1.0\mu\text{m}$ の SiO_2 層を設けた記録ヘッドで、実施例2の記録液を吐出させたところ、駆動周波数2kHzにおいて、実施例2と同様の印字を得るためには、9Vの駆動電圧が必要であった。

【0079】また、駆動周波数6kHzにおいては、吐出が不安定となった。

12

【0080】図8(a)および(b)は本発明に採用できるヒータ構成の2例を示す模式図である。なお、同図は上記実施例2の構成のヘッドに対応して示してあるが、ヒータ構成自体は図5、図6の構成に対しても当然に適用できるものである。

【0081】図8(a)、(b)において、矢印はインクの供給方向であり、BPは基体、HLは発熱抵抗層、E1、E2はAl等の配線、IKはインク、Oは吐出口、OPは吐出口形成用の部材(壁)、DRVはヒータドライバである。また、同図(b)においては、配線が発熱抵抗層の上部層となっているために、ヒータ22の部分以外を絶縁層ISで被覆している。これらの構成によれば、ヒータ22を直接インクに接触させるヘッドを得ることができる。

【0082】次に、本発明の第2の目的である、気泡形成の安定化による吐出量、吐出速度等吐出特性の安定化を達成するための態様について説明する。これは、前述の第1目的を達成するための上記各実施例に対しても適用されるものであり、それによって本発明の諸目的が達成されるのである。

【0083】ヒータ22がインクに直接に接触する形態のヘッドでは、インクに対する熱エネルギーの作用効率が極めて高いために、エッジ部などヒータ上のある部分において発泡の核が生じ、本発明にとって極めて望ましい膜沸騰が生起される前に当該核が中心となった核沸騰が生じてしまうおそれはない。

【0084】そこで、上述のようにヒータ22に電気パルス印加する場合、まず、気泡が生起しない程度にインクを加熱する第1のパルスが印加され、次に気泡を生起するための第2パルスを印加するようにする。

【0085】図9(a)～(d)は、それぞれ上記第1パルスの例を示す波形図である。

【0086】図9(a)は、上記第1パルスとしての単一の比較的長いパルスを示し、図9(b)は断続的な複数の短パルスを示す。すなわち、本発明を構成する第1パルスは、単一のパルスであってもよいし断続的な複数のパルスであっても良い。また、パルスの高さ(電圧値)が常に一定である必要はなく、例えば図9(c)や図9(d)に示すような電圧値が変化するパルスであっても良い。さらに、例えば正弦曲線状の曲線的な波形のパルスであってもよい。

【0087】上記第2のパルスは気泡が生起するのに十分な程度にインクを加熱するためのものであるが、そのパルスの波形は、第1パルスと同様図9(a)～(d)に示すようなものを設定できるが、気泡を生起させる目的からは、図9(a)のような単一の比較的長いパルスの方が好ましい。

【0088】なお、第1のパルスおよび第2のパルスに、図9(b)や図9(d)に示すような断続的なパルスを用いる場合、第1のパルスの場合には駆動周波数は小

(8)

13

さく、第2のパルスの場合は駆動周波数は大きく設定することが好ましい。

【0089】また、第1のパルスと第2のパルスの間隔は実質上0であっても良いし、所定の時間間隔が設けられていても良い。

【0090】図5を再び参照すると、以上のような構成の予備的な加熱を行うパルスをヒータ22に印加することにより、まず、第1のパルスの印加によってヒータ22の周囲のインクが加熱されたその温度が上昇する。従って、ヒータ22面上は膜沸騰が生じやすい状態となるのである。また、ヒータ22への第2のパルスの印加によって気泡6が成長する際、気泡6の周囲のインクの温度が上述のように比較的高いことにより、その粘性が比較的小さい状態にある。これにより、第2パルスの印加によって発生、成長する気泡6は、その成長に対するインクの抵抗が小さくなり、成長速度が大きく、また、比較的大きな気泡となることができ。

【0091】この結果、(1) 上述した気泡6の外気との連通がし易くなるとともに、インク滴7の吐出速度が向上する。また、(2) 気泡が大きなものとなることにより、インク路12においてヒータ22による熱作用部より吐出口5側において吐出されるべきインクは、ほぼインク滴7として吐出される。すなわち、気泡6が大きく成長できることによって、吐出の際インク路10の壁に付着して残留するインクの量が少なくなる。

【0092】上記作用(2)によれば、前述した気泡連通吐出方式の利点の一つをより有効なものとすることができる。

【0093】すなわち、気泡連通吐出方式では、ヒータ22による熱作用部より吐出口5側にあるインクは、原理的にインク滴として吐出されるため、インク温度等の影響を受けずに常に一定の吐出量を確保することができるという利点がある。しかしながら、ヒータ22の発熱特性のばらつきや、ヒータ22の配置やインク路形状等、インク路毎の構造上のばらつきによって、インク路毎に、インク滴の大きさ、すなわち吐出量がばらつくことがある。これに対して、上記第1および第2のパルスによってヒータ22を駆動すれば、上述の作用(2)のようにインク残りが少なくなるので、相対的に上記ばらつきも小さくなる。この結果、吐出口毎のインク吐出量のばらつきが抑制される。

【0094】図10は、本発明の上記作用、効果を説明する線図である。

【0095】図10において、番号1～43で示される各吐出口毎にそれからのインク吐出によって記録される濃度がプロットされ、これらプロットを連ねて各曲線が形成されている。曲線 D_{bt1} および D_{bt2} は、本発明による気泡連通吐出方式に、上記第1および第2のパルスを印加した場合を示し、曲線 D_1 および D_2 は、従来の気泡によって吐出する方式に上記第1および第2のパル

14

スを印加した場合を示す。そして、曲線 D_{bt1} および D_{bt2} は、平均インク滴量 $V_d = 35 \text{ pl}$ で50%網点画像を記録した場合を示し、曲線 D_{bt2} および D_2 は平均インク滴量 $V_d = 10 \text{ pl}$ でベタ記録を行った場合を示す。

【0096】これら線図から容易に理解されるように、本発明によれば(曲線 D_{bt1} 、 D_{bt2})、吐出口毎の吐出量、従って記録濃度のばらつきは小さくなる。例えば、従来の方式において予備加熱を伴うパルスを印加した場合の曲線 D_1 は、その記録濃度のばらつきを表わす標準偏差 σ が0.031であるのに対し、本発明による曲線 D_{bt1} の場合、 σ は0.012と小さくなる。

【0097】上述した本発明の作用、効果以外に、本発明によれば以下に示すような効果を得ることもできる。

【0098】すなわち、図11(a)～(c)にそれぞれ示すように、同一の体積のインク滴を吐出するのに、図11(a)に示す例の場合、単一パルスでは、総パルス幅が $3.0 \mu\text{sec}$ であるのに対し、本発明の予備加熱を伴うパルスの場合、その総パルス幅は $2.4 \mu\text{sec}$ となる(電圧は双方とも等しい)。

【0099】詳しく述べると、図11(b)は、図11(a)に比べて予備加熱用パルス幅を増加し、その分、休止時間を長くし、パルス数を減じて、気泡形成用パルス幅を長くしたパルスシリーズを示している。この場合も単一パルスの場合、その幅が $3 \mu\text{sec}$ の例に対して、 $(1.7 + 0.5 \times 2) = 2.7 \mu\text{sec}$ となっている。図11(c)は、 $7 \mu\text{sec}$ の例に対して、 $0.4 \mu\text{sec}$ のパルスを休止時間 $1.2 \mu\text{sec}$ を介して、5発供給した後、気泡形成用パルス幅を $4.0 \mu\text{sec}$ 与えたパルスシリーズを示している。この場合も、 $(4.0 + 0.4 \times 5) = 6.0 \mu\text{sec}$ と短くなっている。これらの例でわかるように、予備加熱パルスは、 $0.5 \mu\text{sec}$ であると休止時間もわずかとなり、駆動周期を大きくすることなく、高周波駆動も達成できる。

【0100】このように、本発明の予備加熱を伴うパルスによってヒータを駆動した場合、総電力が少なく済むことになる。

【0101】以下、上述したインクジェット記録方式の具体的実施例について説明する。

【0102】図12は上記実施例にかかる記録ヘッドを用いて構成したインクジェット記録装置の実施例の要部を示す概略斜視図である。

【0103】図12において、記録ヘッド101は、紙等の記録媒体(以下記録紙という)107と対向する面に、記録紙107の搬送方向に複数個のインク吐出口

(不図示)を具える。また、記録ヘッド101には、複数の吐出口それぞれに連通して液路(不図示)が設けられ、それぞれの液路に対応して、記録ヘッド101を構成する基板にインク吐出のために利用される熱エネルギーを作用するヒータが形成されている。ヒータに対応する

(9)

15

電気熱変換素子は、上述のように記録データに応じてこれに印加される電気パルスによって熱を発生し、これにより、インクに沸騰膜を生じこの沸騰膜による気泡の生成に伴って上記吐出口からインクが吐出される。各液路には、これらに共通に連通する共通液室が設けられており、これに貯留されるインクは、各インク路での吐出動作に応じてそのインク路に供給される。また、この記録ヘッドは、その適宜の部位に上述のように適宜の加熱手段が設けられたものである。

【0104】キャリッジ102は、記録ヘッド101を搭載し、また、記録紙107の記録面と平行に延在する1対のガイドレール103と摺動可能に係合する。これにより、記録ヘッド101は、ガイドレール103に沿って移動することができ、この移動に伴って所定のタイミングで上記記録面に向けてインクを吐出することにより記録を行う。上記移動の後、記録紙107を、図中矢印方向に所定量搬送し、再び上記移動を行い記録を行う。このような動作を繰り返すことにより、記録紙107に、順次記録を行っていく。

【0105】上述した記録紙107の搬送は、その記録面の上下にそれぞれ配設された各々一対の搬送ローラ104および105が回転することによって行われる。また、記録紙107の記録面の裏側には、記録面の平面性を保つためのプラテン106が配設されている。

【0106】なお、上述したキャリッジ102の移動は、これに取付けられる不図示の例えばベルトがモータによって駆動されることによって可能となり、また、搬送ローラ104および105の回転も同様にモータの回転がこれらに伝達されることによって可能となる。

【0107】図13は、図12に示したインクジェット記録装置の制御構成を示すブロック図である。

【0108】図13において、CPU200はこの装置各部動作の制御処理やデータ処理等を実行する。ROM200Aには、その処理手順等が格納される他、図9、図5にて説明したような、膜沸騰による気泡（バブル）形成が生じないような第1駆動パルス、および第2駆動パルスによる膜沸騰発生後、気泡の大気連通前にヒータによる熱の作用が終了するような当該第2駆動パルスに係るデータが格納される。また、RAM200Bは上記処理実行のワークエリアとして用いられる。

【0109】記録ヘッド101におけるインク吐出は、CPU200がヒータを駆動するための記録データおよび駆動制御信号をヘッドドライバ101Aに供給することにより行われる。また、CPU200は、上記キャリッジ102を移動させるためのキャリッジモータ220や搬送ローラ104、105を回転させるための紙送り（P、F）モータ50の回転を、それぞれモータドライバ220Aおよび50Aを介して制御する。

【0110】（その他）なお、記録装置が記録できる記録媒体の最大幅に対応した長さを有するフルラインタイ

16

プの記録ヘッドに対しても本発明は有効に適用できる。そのような記録ヘッドとしては、複数記録ヘッドの組合せによってその長さを満たす構成や、一体的に形成された1個の記録ヘッドとしての構成のいずれでもよい。

【0111】加えて、図12に示したシリアルタイプのもので、装置本体に固定された記録ヘッド、あるいは装置本体に装着されることで装置本体との電気的な接続や装置本体からのインクの供給が可能になる交換自在のチップタイプの記録ヘッド、あるいは記録ヘッド自体に一体的にインクタンクが設けられたカートリッジタイプの記録ヘッドを用いた場合にも本発明は有効である。

【0112】また、本発明の記録装置の構成として、記録ヘッドの吐出回復手段、予備的な補助手段等を付加することは本発明の効果を一層安定できるので、好ましいものである。これらを具体的に挙げれば、記録ヘッドに対してのキャッピング手段、クリーニング手段、加圧或は吸引手段、電気熱変換体と別の加熱素子の組み合わせを用いて加熱を行う予備加熱手段、記録とは別の吐出を行なう予備吐出手段を挙げることができる。

【0113】また、搭載される記録ヘッドの種類ないし個数についても、例えば単色のインクに対応して1個のみが設けられたものの他、記録色や濃度を異にする複数のインクに対応して複数個数設けられるものであってもよい。すなわち、例えば記録装置の記録モードとしては黒色等の主流色のみの記録モードだけではなく、記録ヘッドを一体的に構成するか複数個の組み合わせによるかいずれでもよいが、異なる色の複色カラー、または混色によるフルカラーの各記録モードの少なくとも一つを備えた装置にも本発明は極めて有効である。

【0114】さらに加えて、本発明インクジェット記録装置の形態としては、コンピュータ等の情報処理機器の画像出力端末として用いられるものの他、リーダ等と組合せた複写装置、さらには送受信機能を有するファクシミリ装置の形態を採るもの等であってもよい。

【0115】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、インクに直接接触する発熱素子を有する記録ヘッドを用いるインクジェット記録方法および装置において、エネルギー効率を高めつつ、発熱素子の耐久性を向上することができる。また、その発熱素子のインク中の気泡形成状態を安定化し、確実な膜沸騰を生じさせて、インク吐出量、吐出速度などの吐出特性の安定化を達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）および（b）は、本発明に適用して好適な記録ヘッドおよびその吐出方法を説明するための記録ヘッドの2例の要部断面図である。

【図2】本発明に適用される吐出方法における気泡内圧力および気泡体積の変化を示す線図である。

【図3】同じく気泡内圧力、気泡体積および気泡膨張速度の変化を示す線図である。

(10)

17

【図4】同じく気泡内圧力、気泡体積および気泡膨張速度の変化を示す線図である。

【図5】(a)～(e)は本発明の一実施例による記録ヘッドを用いて記録を行うインクジェット記録方法を説明するための説明図である。

【図6】(a)および(b)は、それぞれ、本発明の一実施例による記録ヘッドを模式的に示す分解斜視図および平面図である。

【図7】(a)および(b)は、それぞれ、本発明の他の実施例として用いた記録ヘッドの模式的側断面図および平面図である。

【図8】(a)および(b)は本発明に適用される直接インクに接触する形態のヒータ構成の2例を示す説明図である。

【図9】(a)～(d)は本発明におけるヒータ駆動を説明するための駆動パルスの4例を示す波形図である。

【図10】本発明の作用、効果を説明するための線図である。

18

【図11】(a)～(c)は本発明のさらなる効果を説明するためのヒータ駆動パルスの波形図である。

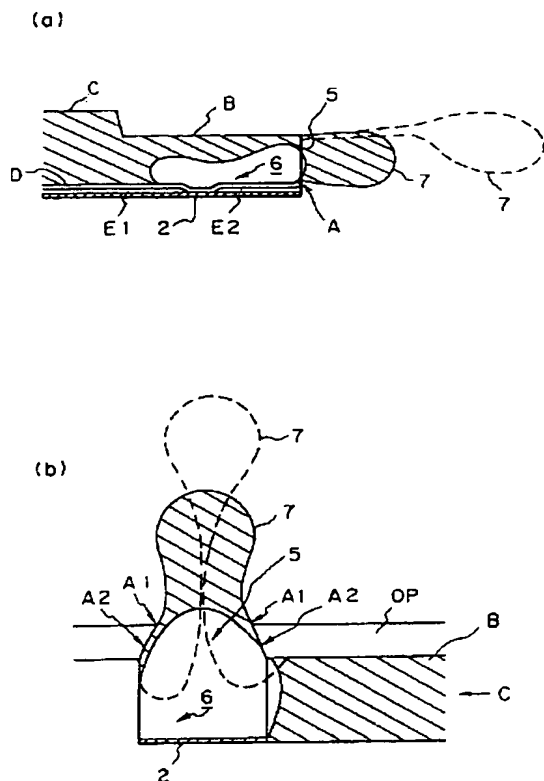
【図12】本発明の上記各実施例を実施可能なインクジェット記録装置の概略斜視図である。

【図13】図12に示した装置の制御構成の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2, 22 ヒータ
- 4 天板
- 5 吐出口
- 6 気泡
- 7 インク滴
- 10 液路
- 101 記録ヘッド
- 200 CPU
- 200A ROM
- 200B RAM

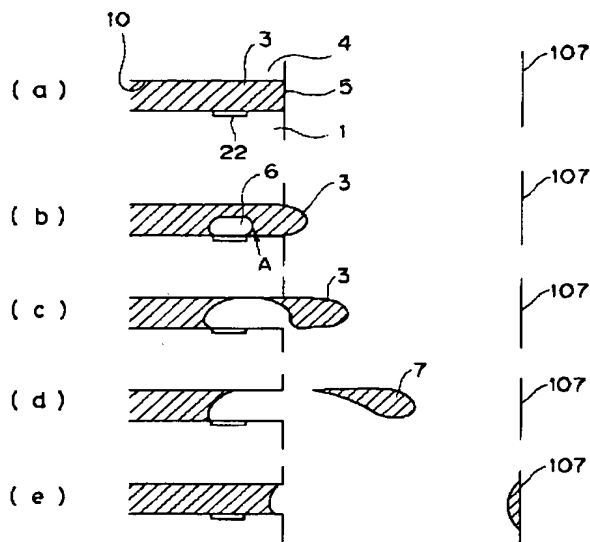
【図1】



【図9】

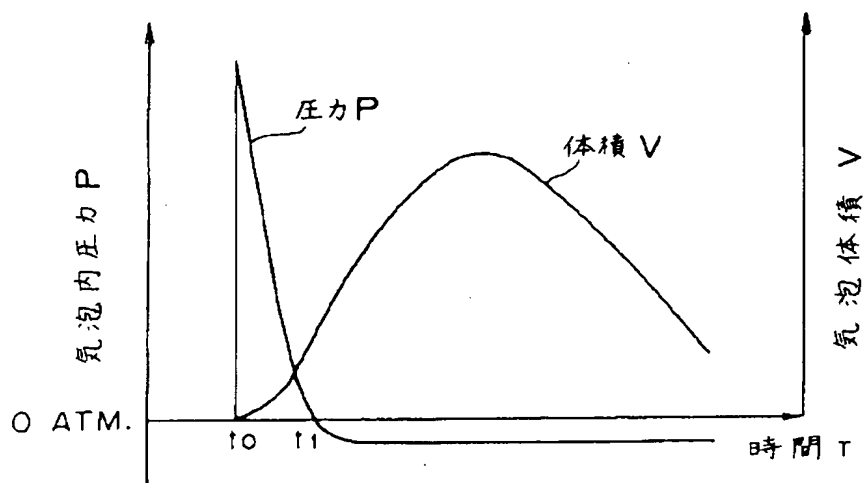


【図5】

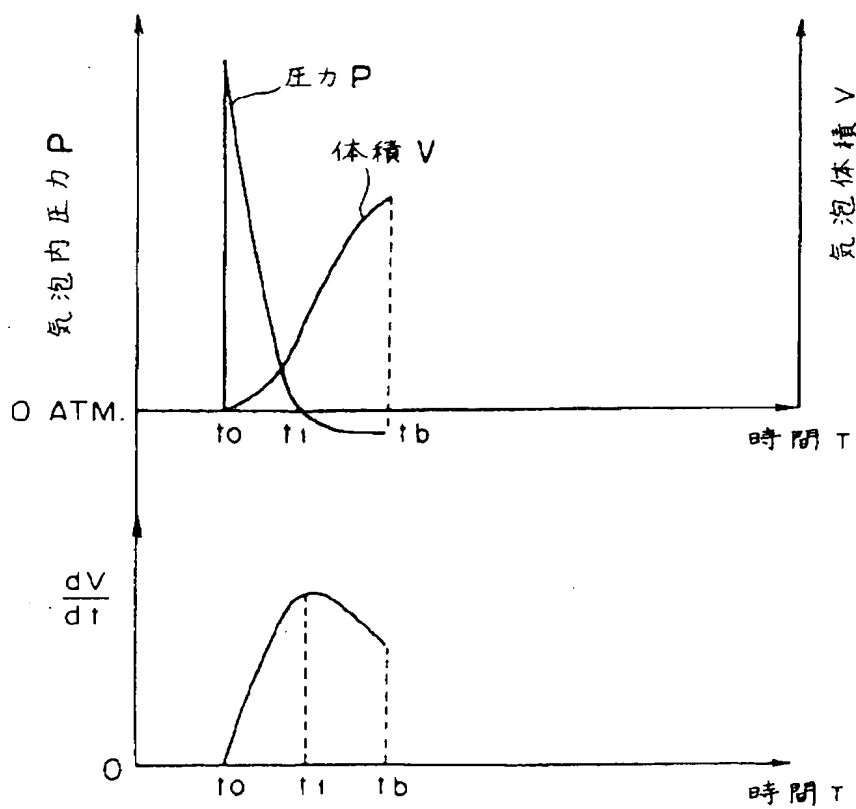


(11)

【図2】

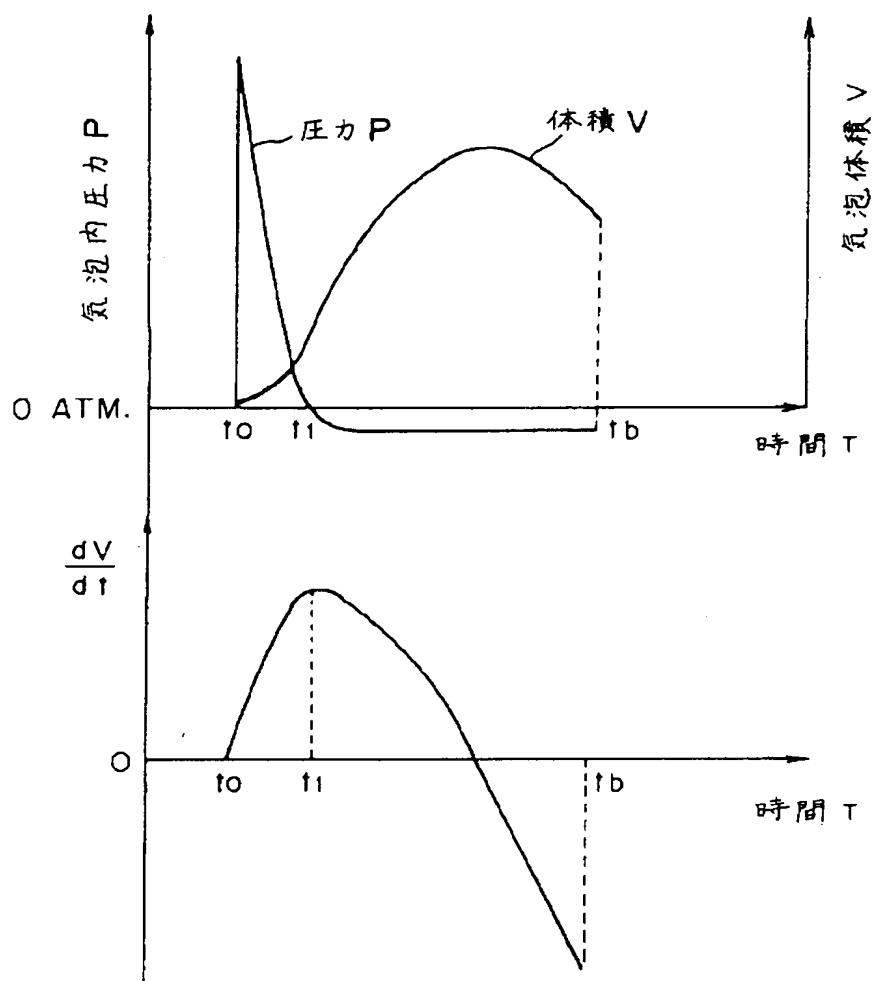


【図3】

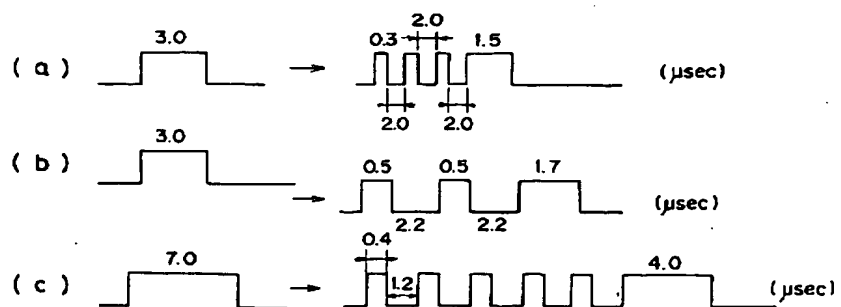


(12)

【図4】

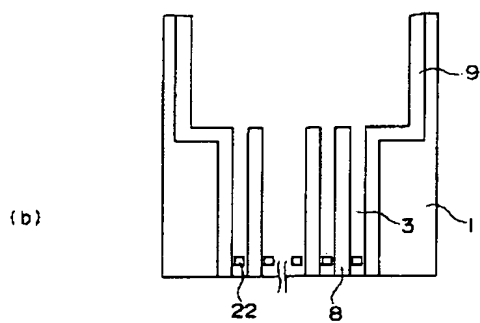
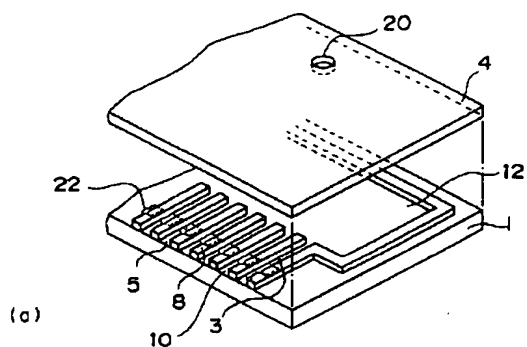


【図11】

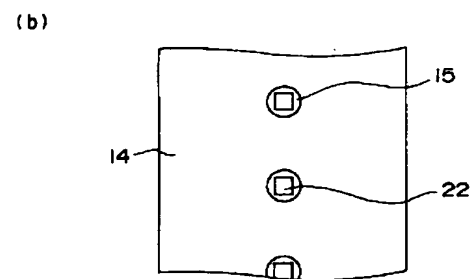
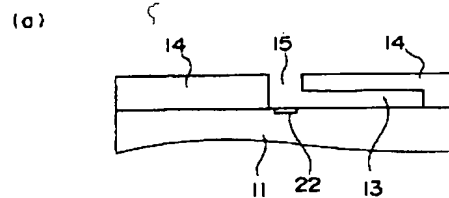


(13)

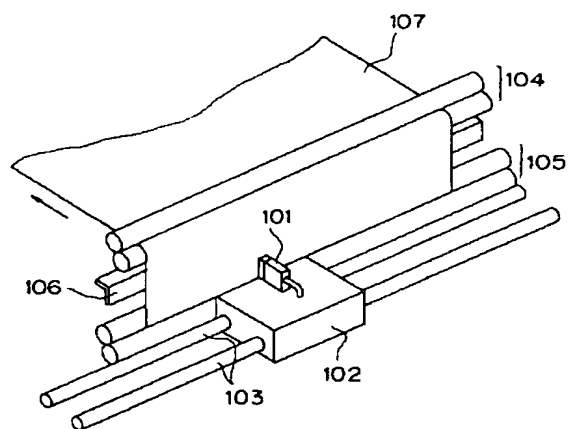
【図6】



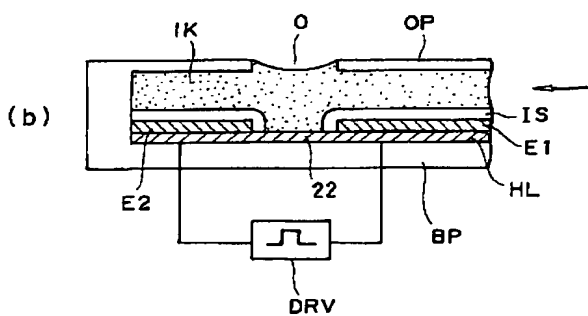
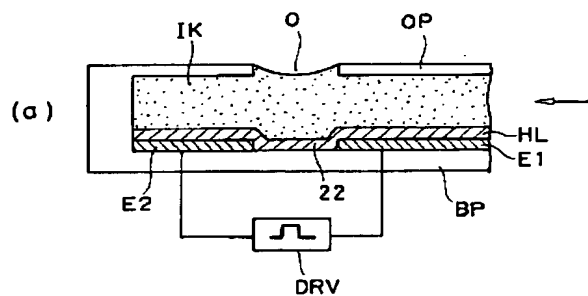
【図7】



【図12】

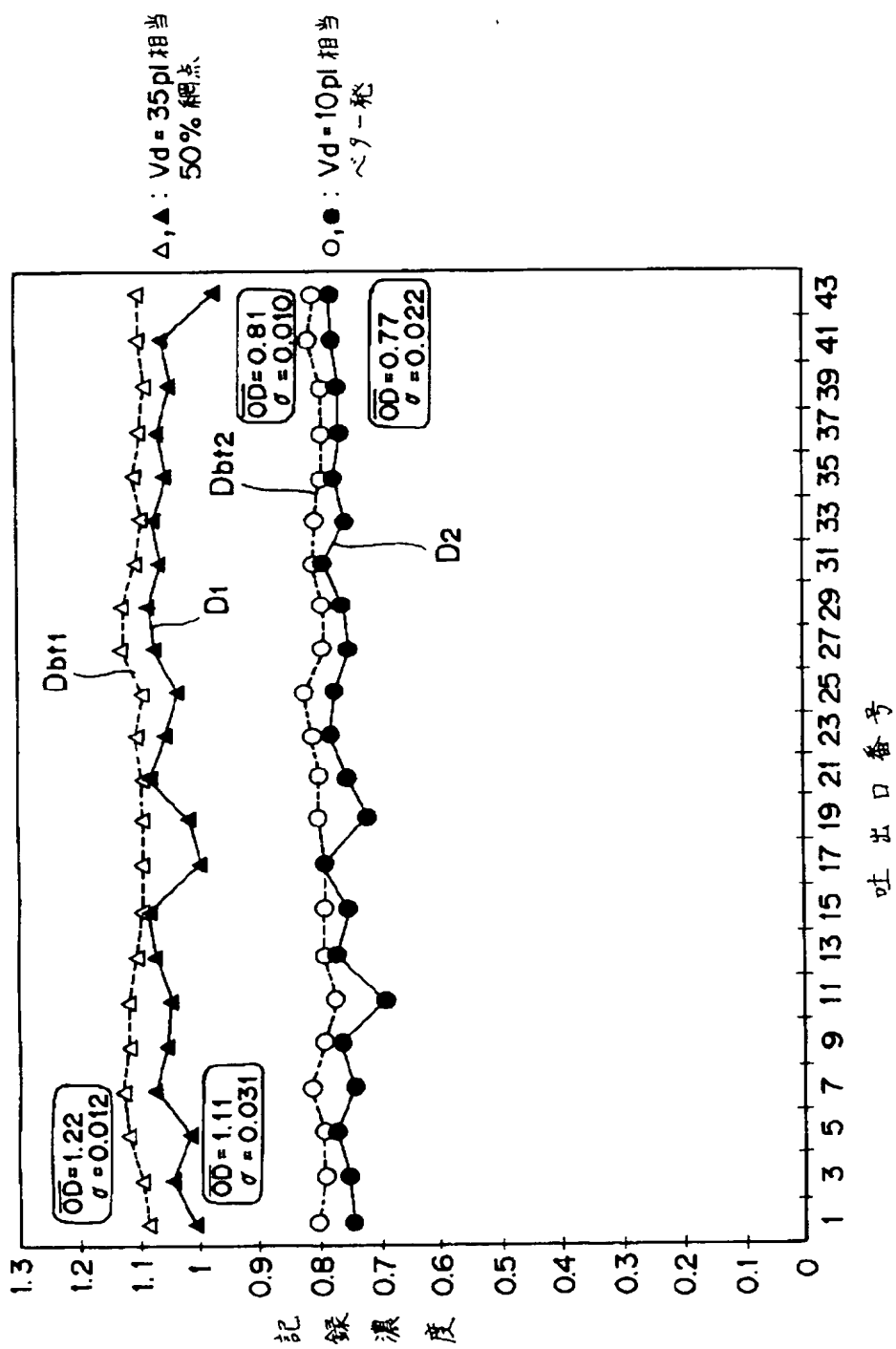


【図8】



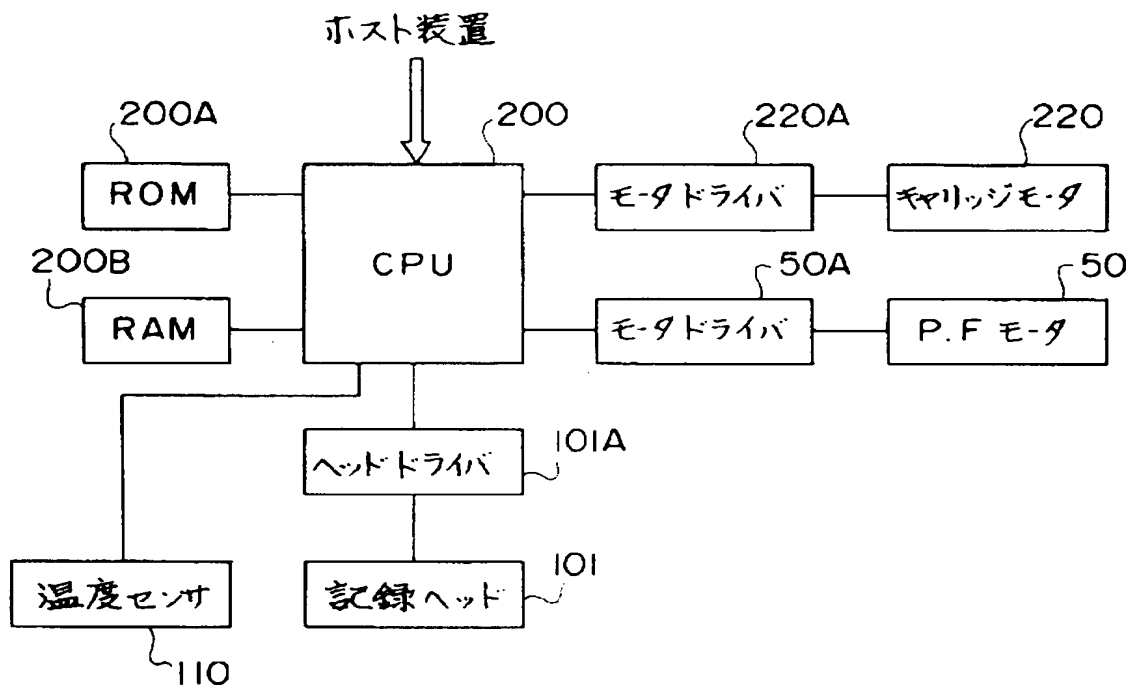
(14)

【図10】



(15)

【図13】



フロントページの続き

(72) 発明者 宮川 昌士
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (72) 発明者 大熊 典夫
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (72) 発明者 滝沢 吉久
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内

(72) 発明者 中島 一浩
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (72) 発明者 乾 利治
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (72) 発明者 城田 勝浩
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内